

CLIPPEDIMAGE= JP410257707A

PUB-NO: JP410257707A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10257707 A

TITLE: STATOR IN ROTATING ELECTRIC MACHINE

PUBN-DATE: September 25, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIODA, HIRONORI

URAKAWA, NOBUO

MIFUJI, WATARU

TSUKIJI, MAKOTO

TAKADA, SHIRO

INT-CL_(IPC): H02K003/40; H02K003/34 ; H02K003/48

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a stator in a rotating electric machine with

no corona discharge, by preventing a crack or flaking in an insulating layer insulated to the ground.

SOLUTION: A stator coil has an iron core 1 with a plurality of slots 11 extended in an axial direction. An insulating layer 4 insulated to the ground is formed on a conductor, and a semiconductive surface corona-preventive layer

5 are sequentially formed thereon. The stator coil is inserted in each slot,

and a first spacer 13 made of releasing insulating material is partly provided

in at least a space between the slot wall face of each slot 11 and the stator

coil 2. In addition, the stator has a conductive means for connecting

electrically the core 1 and the surface corona-preventive layer 5 at an exit

part of the slot 11.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

DID:

JP 10257707 A

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-257707

(43)公開日 平成10年(1998)9月25日

(51)Int.Cl.⁶

H 02 K 3/40
3/34
3/48

識別記号

F I

H 02 K 3/40
3/34
3/48

C

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平9-57820

(22)出願日 平成9年(1997)3月12日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 塩田 裕基

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 浦川 伸夫

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 美藤 亘

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 宮田 金雄 (外2名)

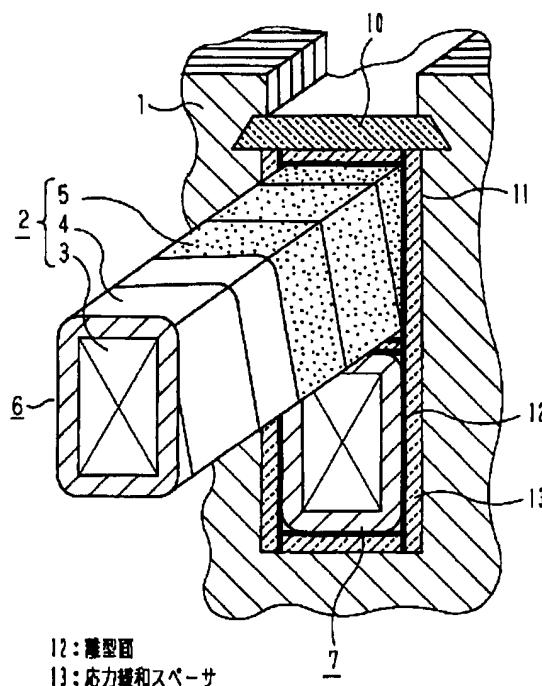
最終頁に続く

(54)【発明の名称】回転電機の固定子

(57)【要約】

【課題】 温度変化に伴う熱応力により対地絶縁層に亀裂や剥離が発生するのを防止でき、コロナ放電の発生を良好に防止できる回転電機の固定子を得る。

【解決手段】 鉄心1に回転軸方向に伸びるスロット1を複数有し、導体3上に対地絶縁層4、半導電性の表面コロナ防止層5を順に備える固定子コイルをスロットのそれぞれに収納し、各スロット11のスロット壁面と固定子コイル2の間の少なくとも一部に、電気的に絶縁性を有すると共に、樹脂に対して離型性を有する材料よりなる第1スペーサ13を備える。また、スロット11と固定子コイル2の間の一部に第1スペーサを備え、他部に電気的に導電性を有する第2スペーサを備える。また、スロット11出口部で鉄心1と表面コロナ防止層5を電気的に接続する導電手段を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 鉄心に回転軸方向に伸びるスロットを複数有し、導体上に対地絶縁層、半導電性の表面コロナ防止層を順に備える固定子コイルを上記スロットのそれぞれに収納し、樹脂によって一体含浸により構成される回転電機の固定子において、上記各スロットのスロット壁面とこれに挿入した上記固定子コイルの間の少なくとも一部に、電気的に絶縁性を有すると共に、上記樹脂に対して離型性を有する材料よりなる第1スペーサを備えたことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項2】 第1スペーサは、表面の少なくとも固定子コイル側に離型剤を設けたガラスエポキシ積層板であることを特徴とする請求項1記載の回転電機の固定子。

【請求項3】 第1スペーサは、フッ素樹脂で構成されていることを特徴とする請求項1記載の回転電機の固定子。

【請求項4】 鉄心に回転軸方向に伸びるスロットを複数有し、導体上に対地絶縁層、半導電性の表面コロナ防止層を順に備える固定子コイルを上記スロットのそれぞれに収納し、樹脂によって一体含浸により構成される回転電機の固定子において、上記各スロットの上記固定子コイルと対向するスロット壁面の少なくとも一部に、電気的に絶縁性を有すると共に、上記樹脂に対して離型性を有する材料よりなる離型層を備えたことを特徴とする回転電機の固定子。

【請求項5】 上記離型層は、ニダックス処理によりスロット壁面にメッキしたフッ素樹脂の離型層であることを特徴とする請求項4記載の回転電機の固定子。

【請求項6】 上記スロット壁面と上記固定子コイルの間の一部に、電気的に絶縁性を有すると共に、上記樹脂に対して離型性を有する材料よりなる第1スペーサを備え、上記各スロットのスロット壁面とこれに挿入した上記固定子コイルの間の他部に電気的に導電性を有する第2スペーサを備えたことを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の回転電機の固定子。

【請求項7】 上記スロット出口部で上記鉄心と上記表面コロナ防止層を電気的に接続する導電手段を備えたことを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の回転電機の固定子。

【請求項8】 上記導電手段は、上記スロットの出口部で上記鉄心と接触し、上記スロット外部に伸びた固定子コイルを巻回する導電性弾性体であることを特徴とする請求項7記載の回転電機の固定子。

【請求項9】 上記導電手段は、上記固定子コイルの表面コロナ防止層に巻回した導電部材と、その導電部材を上記鉄心に接続する樹脂非接着性電線であることを特徴とする請求項7記載の回転電機の固定子。

【請求項10】 第2スペーサは、導電性弾性体で構成されていることを特徴とする請求項6記載の回転電機の固定子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高圧回転電機の固定子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図14は、特願平8-120222号明細書に記載されている従来の高圧回転電機の固定子の要部を示す部分断面図で、構成が分かりやすいように固定子コイルの一部をスロットから引き出して示している。

10 図において、1はケイ素鋼板を積層した鉄心、3はコイル導体、4は対地絶縁層、5は表面コロナ防止層、10は固定子コイルをスロット内に固定するウエッジ、11は固定子コイルを収納するためのスロット、27は離型性低抵抗絶縁層で、例えば離型性導電テープなどで形成されている。

【0003】高圧回転電機は図のような固定子が環状に設置されて円筒形状を成し、中央部分に回転子が配置されている。円筒形状の長手方向が鉄心1の積層方向と一致しており、環状に設けられた複数のスロット11のそれぞれに固定子コイルが挿入されている。そして、これらの固定子コイルのそれぞれは電気的に接続されている。

【0004】以下、このような構成の固定子の製造方法について説明する。例えば集成マイカからなるマイカシートに、補強材としてガラスクロスを張り合わせ、テープ状にカッティングして対地絶縁層4となるマイカテープを形成する。このマイカテープをコイル導体3に複数回巻き付け、樹脂含浸可能な対地絶縁層4を形成する。次に、対地絶縁層4の外側に半導電性を有する表面コロナ防止テープを巻回し、表面コロナ防止層5とする。この表面コロナ防止層5の上に離型性導電テープを巻回して離型性低抵抗絶縁層27を形成し、固定子コイルを形成する。

【0005】次に、この固定子コイルをスロット11に挿入した後、ウエッジ10をウエッジ溝に打ち込んで、固定子コイルをスロット11に固定する。次に複数のスロット11から外部に突き出た固定子コイル同士を電気的に接続する。最後に上記のように組みあがった状態で、すべてを含浸槽内に入れ、熱硬化性樹脂で一体含浸・加熱硬化する。この製造方法では、いわゆる全含浸方式により高圧回転電機の固定子を形成している。

【0006】上記のような構成の固定子において、一体化されたスロット11の壁面と対地絶縁層4の熱膨張係数には差があり、樹脂の含浸・加熱硬化時の温度変化や、運転の際の起動停止による温度変化に伴って、熱膨張係数の差に起因する熱応力が発生する。図14に示した固定子コイルでは、離型性低抵抗絶縁層27が樹脂に対して離型性を示すため、樹脂の含浸・加熱変化や、運転の際の起動停止による温度変化によって、コイル導体3等に伸縮が生じても、この伸縮は、離型性低抵抗絶縁

層27の外面における滑りによって吸収される。このようにして、対地絶縁層4と鉄心1との間に作用する熱応力を緩和でき、表面コロナの発生を抑制する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の高圧回転電機の固定子において、離型性低抵抗絶縁層27は0.1mm以下の厚さの薄いフィルム材であり強度が小さかった。このため、製造時に固定子コイルをスロット11に挿入する際や、運転中の熱ストレスにより固定子コイルが伸縮する際に、離型性低抵抗絶縁層27が鉄心1のスロット11壁面の凹凸に引っかかり、離型性低抵抗絶縁層27が裂けてしまうこともあった。離型性低抵抗絶縁層27が破れると、表面コロナ防止層5に亀裂を生じさせ、対地絶縁層4に亀裂が生じる。この亀裂に高電圧が印加されると、コロナ放電が発生し対地絶縁層4が浸食されるという問題点があった。

【0008】本発明は、上記のような従来の問題点を解決するためになされたもので、固定子コイルとスロット11間に確実な離型性を持たせると共に、対地絶縁層4内の剥離や亀裂の発生によるコロナ放電を良好に防止でき、長期的に優れた特性を有する高圧回転電機の固定子を得ることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の構成に係る高圧回転電機の固定子は、鉄心に回転軸方向に伸びるスロットを複数有し、導体上に対地絶縁層、半導電性の表面コロナ防止層を順に備える固定子コイルをスロットのそれぞれに収納し、樹脂によって一体含浸により構成される回転電機の固定子において、各スロットのスロット壁面とこれに挿入した固定子コイルの間の少なくとも一部に、電気的に絶縁性を有すると共に、樹脂に対して離型性を有する材料よりなる第1スペーサを備えたものである。

【0010】また、本発明の第2の構成に係る高圧回転電機の固定子は、第1の構成において、第1スペーサを、表面の少なくとも固定子コイル側に離型剤を設けたガラスエポキシ積層板としたものである。

【0011】また、本発明の第3の構成に係る高圧回転電機の固定子は、第1の構成において、第1スペーサをフッ素樹脂としたものである。

【0012】また、本発明の第4の構成に係る高圧回転電機の固定子は、鉄心に回転軸方向に伸びるスロットを複数有し、導体上に対地絶縁層、半導電性の表面コロナ防止層を順に備える固定子コイルをスロットのそれぞれに収納し、樹脂によって一体含浸により構成される回転電機の固定子において、各スロットの固定子コイルと対向するスロット壁面の少なくとも一部に、電気的に絶縁性を有すると共に、樹脂に対して離型性を有する材料よりなる離型層を備えたものである。

【0013】また、本発明の第5の構成に係る高圧回転

電機の固定子は、第4の構成において、離型層を、ニダックス処理によりスロット壁面にメッキしたフッ素樹脂の離型層としたものである。

【0014】また、本発明の第6の構成に係る高圧回転電機の固定子は、第1ないし第3のいずれかの構成において、スロット壁面と固定子コイルの間の一部に、電気的に絶縁性を有すると共に、樹脂に対して離型性を有する材料よりなる第1スペーサを備え、各スロットのスロット壁面とこれに挿入した固定子コイルの間の他部に電気的に導電性を有する第2スペーサを備えたものである。

【0015】また、本発明の第7の構成に係る高圧回転電機の固定子は、第1ないし第5のいずれかの構成において、スロット出口部で鉄心と表面コロナ防止層を電気的に接続する導電手段を備えたものである。

【0016】また、本発明の第8の構成に係る高圧回転電機の固定子は、第7の構成において、導電手段を、スロットの出口部で鉄心と接触し、スロット外部に伸びた固定子コイルを巻回する導電性弾性体で構成したものである。

【0017】また、本発明の第9の構成に係る高圧回転電機の固定子は、第7の構成において、導電手段を、固定子コイルの表面コロナ防止層に巻回した導電部材と、その導電部材を鉄心に接続する樹脂非接着性電線で構成したものである。

【0018】また、本発明の第10の構成に係る高圧回転電機の固定子は、第6の構成において、第2スペーサを導電性弾性体で構成したものである。

【0019】

30 【発明の実施の形態】

実施の形態1. 本発明の実施の形態1による高圧回転電機の固定子について説明する。図1は実施の形態1による固定子のスロット出口部を示す斜視図、図2は実施の形態1に係わる導電性弾性体である導電リングを示す斜視図、図3はスロット内部における固定子を示す部分断面図であり、構成が分かりやすいように固定子コイルの一部をスロットから引き出して示している。ここで、スロットは鉄心の積層方向、即ち回転軸の方向に伸びた形状で、固定子コイルを挿入する溝であり、このスロットの長手方向の端部をスロット出口部と称し、スロットの端部ではない中央部分をスロット内部、スロットからは離れた部分をスロット外部と称している。

【0020】図において、1はケイ素鋼板を積層した鉄心、2は固定子コイル、3は導体で、ここではコイル導体と呼ぶ。また、4は含浸可能な対地絶縁層で、絶縁のためにコイル導体3の外側にマイカテープを巻回して構成されている。5は対地絶縁層4の外側に形成された半導電性の表面コロナ防止層である。コイル導体3、対地絶縁層4および表面コロナ防止層5から固定子コイル2が構成されている。また、スロットへの挿入側に近いコ

イルが上口コイル6、スロットへの挿入側から遠いコイルが下口コイル7である。8は抵抗率が $10^2 \sim 10^3$ Ω程度の導電ゴムなどの導電性弹性体からなる導電リング、9a, 9bは導電リング8の接合部、10は固定子コイル2をスロットの溝に固定するウエッジである。

【0021】高圧回転電機は図のような固定子が環状に設置されて円筒形状を成し、中央部分に回転子が配置されている。円筒形状の長手方向が鉄心1の積層方向および回転軸方向と一致しており、環状に設けられた複数のスロットのそれぞれに上口コイル6と下口コイル7が挿入されている。そして、このスロットに挿入されている上口コイル6、下口コイル7および他のスロットのそれぞれに挿入されてコイルは、電気的に接続されていなければならぬ。

【0022】図2に示すように、導電リング8ははめこみ易いように2つの部材8a, 8bに分割されている。さらに、図3において、11は固定子コイル2を収納するためのスロット、12は離型面、13は第1スペーサで、ここでは表面に離型処理を施した絶縁性の応力緩和スペーサである。応力緩和スペーサ13は、スロット11壁面-固定子コイル2間、ウエッジ10-上口コイル6間、上口コイル6-下口コイル7間に、一部または全域にわたって設置する。

【0023】以下、このような構成の固定子の製造方法について説明する。例えば集成マイカからなるマイカシートに、補強材としてガラスクロスを張り合わせ、テープ状にカッティングして対地絶縁層4となるマイカテープを形成する。スロット11内部に配置される部分のコイル導体3に、上記のマイカテープを複数回巻き付け、樹脂含浸可能な対地絶縁層4を形成する。この対地絶縁層4の外側に固有抵抗率が $10^2 \sim 10^5$ Ω程度の半導電性を有する表面コロナ防止層5を巻回して、固定子コイル2を形成する。この表面コロナ防止層5は、スロット11内部のみではなく、スロット11出口部に対応する部分にまで巻回する。

【0024】次に、ガラスエポキシ積層板からなる絶縁性を有する材料の表面に、例えばシリコーン樹脂またはフッ素樹脂パウダーの混入した樹脂を塗布し、その表面に離型面12を形成して応力緩和スペーサを構成する。この離型面12を有する応力緩和スペーサ13をスロット11の両側面と底部の一部または全域にわたって設置する。次に、スロット11に下口コイル7を挿入し、その上に上記と同様の応力緩和スペーサ13を設置後、上口コイル6をその上に挿入する。上口コイル6の上に上記と同様の応力緩和スペーサ13を設置し、ウエッジ10をウエッジ溝に打ち込み、固定子コイル2をスロット11に固定する。

【0025】次に、スロット11出口部において、各スロット11出口部から突き出ている上口コイル6と下口コイル7の最外層である表面コロナ防止層5の外周に、

例えば2つに分割された導電リング8a, 8bをはめ込む。そして、導電リング8a, 8b間の接合部9aにおいて導電性接着剤で接着した後、鉄心1と導電リング8との接合部9bを導電性接着剤で接着する。最後にこれらすべてを含浸槽内に入れ、例えばエポキシ系の熱硬化性樹脂で一体含浸・加熱硬化する。

【0026】次にその作用効果について説明する。本実施の形態では、樹脂に対して離型性を有する絶縁性の応力緩和スペーサ13を、固定子コイル2の周囲に挿入している。このため、熱硬化性樹脂の加熱硬化時や運転の際の起動・停止時に、表面コロナ防止層5と応力緩和スペーサ13間の離型面12で剥離が生じる。即ち、応力緩和スペーサ13によって樹脂と固定子コイル2間にかかる応力を吸収するので、対地絶縁層4内の亀裂発生や剥離を防止できる。また、表面コロナ防止層5の外側に応力緩和スペーサ13を設置したため、従来のようにスロット11壁面に鉄心1の積層面が露出していない。このため、製造時に固定子コイル2をスロット11に挿入する際や運転中に固定子コイル2が伸縮する際に、表面コロナ防止層5がスロット11壁面の凹凸に引っかかって裂けるのを防止できる。

【0027】また、スロット11外部において、表面コロナ防止層5と鉄心1を導電リング8を介して電気的に接続して同電位としたため、この間の表面コロナの発生を防止できる。さらに、導電リング8を機械的に許容歪みの大きな導電性弹性体で形成したため、鉄心1と表面コロナ防止層5の熱膨張率の差による歪みがある程度生じても、表面コロナ防止層5と鉄心1との導通を確保できる。

【0028】以上のように、いわゆる全含浸方式により対地絶縁層4および表面コロナ防止層5に耐電圧性能を付与すると共に、熱伝導性の優れた固定子コイル2を備えた高圧回転電機の固定子を得ることができる。なお、上記構成では導電リング8をスロット出口部の両端に設置しているが、どちらか一方の端部のみに設置する構成でもよい。また、複数のスロット出口部のそれぞれに導電リング8を設けてもよいし、一部のスロット出口部に設けてもよい。

【0029】実施の形態2.以下、本発明の実施の形態2による高圧回転電機の固定子について説明する。実施の形態1の応力緩和スペーサ13は、ガラスエポキシ積層板の表面に例えばシリコーン樹脂またはフッ素樹脂パウダーの混入した樹脂を塗布して構成したが、本実施の形態では、応力緩和スペーサ13自体を、含浸する熱硬化性樹脂に対して離型性を有するフッ素樹脂製とした。他の各部の構成は、実施の形態1と同様である。

【0030】次にその作用効果について説明する。本実施の形態では、フッ素樹脂製応力緩和スペーサ13の両面が離型面となるので、表面コロナ防止層5とフッ素樹脂製応力緩和スペーサ13間、およびフッ素樹脂製応力

緩和スペーサ13とスロット11間で離型しやすくなる。このため、より弱い応力で剥離が生じ、対地絶縁層4内の亀裂発生や剥離を防止できる。さらに、実施の形態1に比べて、応力緩和スペーサに離型処理する工程を省略できる。

【0031】なお、実施の形態1、2における応力緩和スペーサ13は、スロット壁面において、一方の壁面の一部分に設けてもよく、また、全域にわたって設けてもよい。また、スロット11の対向する両壁面の一部分に設けてもよく、また、全域にわたって設けてもよい。また、さらには、ウエッジ10下、上口コイル6一下口コイル7の間、下口コイル7下でウエッジ10に平行になる部分において、その一部分に設けてもよく、また、全域にわたって設けてもよい。

【0032】実施の形態3. 以下、本発明の実施の形態3による高圧回転電機の固定子について説明する。図4は実施の形態3による固定子のスロット出口部を示す斜視図であり、14は導電性部材で例えば銅ワイヤーやステンレスワイヤーなどの導電性電線、15は樹脂非接着性電線で例えば樹脂非接着性材で被覆された電線である。この樹脂非接着性電線15は、鉄心1と導電性電線14を接続するものである。また、図5はスロット内部における固定子を示す部分断面図であり、16はスロット11の壁面にニダックス処理を施すことにより形成され、離型面12を有する離型層、17はウエッジ下フィラー、18は中間フィラー、19は下敷板である。ウエッジ下フィラー17、中間フィラー18、下敷板19のそれぞれは、例えばFRP (Fiber Reinforced Plastic) で構成され、両コイルの周囲の隙間を充填するための厚み調整として作用する。

【0033】以下、このような構成の固定子の製造方法について説明する。まず、スロット11壁面に離型層16を形成するため、以下の(1)～(3)の三工程からなるニダックス処理を施す。

- (1) スロット壁面の汚れを取り除くために、ショットブラストをかける。
- (2) 無電解ニッケルメッキし、フッ素樹脂を含浸する。
- (3) 300～400°Cで熱処理を行い、フッ素樹脂を焼成する。

次に、スロット11に、下敷板19、下口コイル7、中間フィラー18、上口コイル6、ウエッジ下フィラー17の順に挿入する。この下口コイル7、上口コイル6は実施の形態1と同様の方法で製造したものである。次にウエッジ10をウエッジ溝に打ち込み、固定子コイル2を固定する。

【0034】次に、各スロット11出口部から突き出ている上口コイル6と下口コイル7において、両コイル6、7の最外層である表面コロナ防止層5の外周に、導電性電線14を巻きする。導電性電線14は、上口コイ

ル6の表面コロナ防止層5と下口コイル7の表面コロナ防止層5を電気的に接続する。次に複数のスロット11それぞれの導電性電線14同士を接続し、さらに導電性電線14と鉄心1とを樹脂非接着性電線15を用いて接続する。ここで、樹脂非接着性電線15の長さは、導電性電線14一鉄心1間の長さの1.5倍程度にしておく。また、鉄心1と樹脂非接着性電線15との接続は、例えば半田や溶接によってなされる。最後にこれらすべてを含浸槽内に入れ、例えばエポキシ系の熱硬化性樹脂で一体含浸・加熱硬化する。このような全含浸方式により、対地絶縁層4および表面コロナ防止層5に耐電圧性能を付与すると共に、熱伝導性の優れた固定子コイル2を備えた高圧回転電機の固定子を得ることができる。

【0035】次にその作用効果について説明する。本実施の形態では、表面コロナ防止層5とスロット11との間に、離型面12を有する離型層16が設けられている。このため、熱硬化性樹脂の加熱硬化時や運転の際の起動・停止時に、表面コロナ防止層5～スロット11壁面間に応力がかからっても、離型層16で離型させることで対地絶縁層4内の亀裂発生や剥離を防止できる。また、実施の形態1、2では、本実施の形態におけるウエッジ下フィラー17、中間フィラー18、下敷板19を配置した部分に、離型処理を施した応力緩和スペーサを配置したが、本実施の形態ではスロット11壁面に直接ニダックス処理を施して一括してフッ素樹脂の離型層16を形成しており、作業工程が簡単にできる。

【0036】また、スロット11外部において、表面コロナ防止層5と鉄心1を導電性電線14と樹脂非接着性電線15で電気的に接続している。このため、表面コロナ防止層5と鉄心1とは同電位となり、この間の表面コロナの発生を防止できる。また、樹脂非接着性電線15を用いることで、含浸・加熱硬化した後でも樹脂が電線15に接着しない。また、樹脂非接着性電線15の長さを、導電性電線14と鉄心1間の長さの1.5倍程度の長さに構成したことにより、鉄心1と表面コロナ防止層5の熱膨張率の差による歪みが生じても、表面コロナ防止層5と鉄心1との導通を確保できる。

【0037】なお、上記構成では、上口コイル6の表面コロナ防止層5と下口コイル7の表面コロナ防止層5の接続および鉄心1と導電性電線14との接続を、スロット出口部の両端で行っているが、どちらか一方の端部のみで行ってもよい。また、複数のスロット外部のそれぞれで導電してもよいし、一部のスロット外部で導電してもよい。また、複数のスロットに挿入した各下口コイル7の表面コロナ防止層5を導電性電線14を用いて接続し、同様に各上口コイル6の表面コロナ防止層5を接続した後、各導電性電線14同士を接続し、さらに導電性電線14の一端を鉄心1に、例えば半田などで接続してもよい。

【0038】実施の形態4. 以下、本発明の実施の形態

4による高圧回転電機の固定子について説明する。実施の形態3ではスロット11壁面に離型層6を形成するために無電界ニッケルメッキによってフッ素樹脂を含浸するニダックス処理を行ったが、本実施の形態ではスロット11壁面にシリコーン樹脂またはフッ素樹脂パウダーの混入した樹脂などの離型剤を塗布して離型層16を形成した。メッキ処理を行う代わりに離型剤を塗布することで、メッキ処理に必要な加熱工程を省略できるので、スロット11壁面に離型層16を形成する時の加熱により生じる種々の問題を避けることができる。

【0039】実施の形態5。以下、本発明の実施の形態5による高圧回転電機の固定子について説明する。図6は実施の形態5による固定子のスロット出口部を示す斜視図、図7は実施の形態5に係わる導電性鍔を示す斜視図、図8はスロット11内部における固定子を示す部分断面図である。

【0040】図において、20は導電性鍔で図7に示すように2つの部分20a, 20bに分割して構成している。21a, 21bはボルト穴であり、導電性鍔20a, 20bをボルトで固定するために設けたものである。また、22は絶縁性応力緩和スペーサでここではコの字型のスロットセルと称し、例えばスロット11壁面に沿うようにコの字型に整形したガラスエポキシ積層板からなる絶縁性を有する材料に離型処理を施して、離型面12を形成したものである。

【0041】以下、このような構成の固定子の製造方法について説明する。まず、スロット11壁面に沿うように絶縁性材をコの字型に整形する。この絶縁性材の固定子コイル側の面に、離型処理としてシリコーン樹脂またはフッ素樹脂樹脂を塗布し、離型面12を形成する。次にこのスロットセル22をスロット11壁面に設置し、下口コイル7をスロットセル22内に挿入した後、中間フィラー18, 上口コイル6, ウエッジ下フィラー17の順に挿入する。この後、ウエッジ10をウエッジ溝に打ち込み、スロット11に固定子コイルを固定する。

【0042】複数のスロット11のそれぞれに固定子コイル2を挿入すると、各スロット11出口部から上口コイル6と下口コイル7とが対になって突き出ている状態となる。この1対の上口コイル6と下口コイル7の最外層である表面コロナ防止層5の外周を、図7で示すような導電性鍔20a, 20bで挟み、ボルト穴21a, 21bをボルトで締め込む。この導電性鍔20によって上口コイル6と下口コイル7の表面コロナ防止層5が電気的に接続する。さらに導電性鍔20と鉄心1とを樹脂非接着性電線15を用いて接続する。ここで、樹脂非接着性電線15の長さを導電性鍔20と鉄心1間の長さの1.5倍程度にしておく。また、鉄心1と樹脂非接着性電線15とは、例えば、半田止めや溶接によって接続される。最後にこれらすべてを含浸槽内に入れ、例えばエポキシ系の熱硬化性樹脂で一体含浸・加熱硬化する。こ

のようにして、いわゆる全含浸方式により、対地絶縁層4と表面コロナ防止層5に耐電圧性能を付与すると共に、優れた熱伝導性を有する固定子コイルを備えた高圧回転電機の固定子を得ることができる。

【0043】次にその作用効果について説明する。本実施の形態では、スロットセル22の固定子コイル側に離型面12が形成される。このため、熱硬化性樹脂の加熱硬化時や運転の際の起動・停止時に、スロットセル22-表面コロナ防止層5間で剥離して応力を吸収するため、対地絶縁層4内の亀裂発生や剥離を防止できる。また、コの字型のスロットセル22自体をスロット11に直接挿入するため、スロット11壁面やウエッジ10の下面に細工を施す必要がなく、作業工程が簡単にできる。

【0044】また、本実施の形態では、スロット11外部において表面コロナ防止層5と鉄心1を導電性鍔20で電気的に接続している。このため、表面コロナ防止層5と鉄心1とは同電位となり、この間の表面コロナの発生を防止できる。また、樹脂非接着性電線15を用いることで、含浸・加熱硬化した後でも樹脂が電線に接着することはない。さらに、樹脂非接着性電線15の長さを、導電性鍔20と鉄心1間の長さの1.5倍程度としたため、鉄心1と表面コロナ防止層5の熱膨張率の差による歪みが生じても、表面コロナ防止層5と鉄心1との導通を確保できる。

【0045】なお、上記構成では、導電性鍔20の設置および鉄心1との接続を、スロット出口部の両端で行っているが、どちらか一方の端部のみで行ってもよい。また、複数のスロット外部のそれぞれで導電してもよいし、一部のスロット外部で導電してもよい。

【0046】実施の形態6。以下、本発明の実施の形態6による高圧回転電機の固定子について説明する。実施の形態5のスロットセル22は、ガラスエポキシ積層板からなる絶縁性材の固定子コイル側面に離型処理を施したが、本実施の形態では、コの字型のスロットセル22自体を、含浸する熱硬化性樹脂に対して離型性を有するフッ素樹脂製にした。

【0047】次にその作用効果について説明する。本実施の形態では、フッ素樹脂製スロットセル22の両面に離型面ができるので、表面コロナ防止層5とフッ素樹脂製コの字型スロットセル間、およびフッ素樹脂製コの字型スロットセル22とスロット11間で離型しやすくなる。このため、より弱い応力で剥離が生じ、対地絶縁層4内の亀裂発生や剥離を防止できる。さらに、実施の形態5に比べて、絶縁性材に離型処理する工程を省略できる。

【0048】実施の形態7。以下、本発明の実施の形態7による高圧回転電機の固定子について説明する。図9は実施の形態7に係り、スロット内部における固定子を示す部分断面図、図10は実施の形態7に係わる第1ス

11

ペーサで、例えば絶縁性応力緩和スペーサを示す斜視図である。

【0049】図において、24は導電性弾性体よりなる第2スペーサで、例えば導電ゴムである。本実施の形態における絶縁性応力緩和スペーサ22は、コの字型に整形したガラスエポキシ積層板からなる絶縁性材の表面に、シリコーン樹脂またはフッ素樹脂パウダーの混入した樹脂を塗布し、固定子コイル2との対向面に離型面12を有する。また、図10に示すように、製造工程では絶縁性応力緩和スペーサ22のコの字型の側面に導電ゴム24を挿入する挿入溝23があけられており、この挿入溝23に導電ゴム24を挿入する。図10では前方の挿入溝23には導電ゴム24を挿入済みであり、後方の挿入溝23にはまだ導電ゴム24を未挿入の状態を示している。絶縁性応力緩和スペーサ22と導電ゴム24とで応力緩和スペーサを構成している。

【0050】次に製造方法について説明する。コの字型の絶縁性応力緩和スペーサ22にウェッジ10側に導入口のある挿入溝23を作成し、この絶縁性応力緩和スペーサ22をスロット11に挿入する。さらに、下口コイル7、中間フィラー18、上口コイル6、ウェッジ下フィラー17を挿入した後、挿入溝23に抵抗率が 10^2 ～ 10^3 Ω程度の導電ゴム24を挿入する。そして、ウェッジ10をウェッジ溝に打ち込み、固定子コイル2を固定する。最後に複数のスロット11出口部から外部に突き出ている固定子コイル2の接続を行い、これらすべてを含浸槽内に入れて、例えばエポキシ系の熱硬化性樹脂で一体含浸・加熱硬化する。このようにして、いわゆる全含浸方式により、対地絶縁層4と表面コロナ防止層5に耐電圧性能を付与すると共に、優れた熱伝導性を有する固定子コイルを備えた高圧回転電機の固定子を得ることができる。

【0051】上記の導電ゴム24と絶縁性応力緩和スペーサ22で構成される応力緩和スペーサは、少なくとも剪断応力の大となるスロット11出口付近に配設すればよく、スロット11内部では、導電性応力緩和スペーサを配設してもよい。

【0052】次にその作用効果について説明する。本実施の形態では導電ゴム24により、スロット11内部で表面コロナ防止層5と鉄心1間の電気的接続がなされるため、実施の形態1～実施の形態6のようなスロット11出口部での工作が不要になり、工程が簡略化できる。また、機械的に許容歪みの大きな導電ゴム24を使用することで、熱硬化性樹脂の加熱硬化時や運転の際の起動・停止時の応力変化に対応し、鉄心1と表面コロナ防止層5間の電気的接続を保持できる。

【0053】なお、絶縁性応力緩和スペーサ22の部分は、実施の形態5と同様、固定子コイル側の面には離型面12が形成されており、応力変化時に絶縁性応力緩和スペーサ22と表面コロナ防止層5との間で剥離させる

12

ことで、対地絶縁層4内の亀裂発生や剥離を防止できる。

【0054】実施の形態8、以下、本発明の実施の形態8による高圧回転電機の固定子について説明する。実施の形態7では挿入溝23を絶縁性応力緩和スペーサ22の1箇所に設けた場合を示したが、本実施の形態では複数の挿入溝を設けた構成としている。

【0055】図11は、スロット11の対地絶縁層4に働く剪断応力を示す特性図である。図において、横軸はスロット11の長手方向の中央点からスロット出口までの絶縁層の位置を示し、縦軸は絶縁層に働く剪断応力を示している。縦軸は、剪断応力のピークを示す値を1.0としている。図に示すように、絶縁層に働く剪断応力は、中央点からスロット出口近傍に近づくにつれて大きくなり、スロット出口では最も大きな剪断応力が働く。

【0056】このような剪断応力の特性から、スロット11の中央点近傍の剪断応力があまりかかりない部分で複数の挿入溝を設け、導電ゴム24を多数箇所に設置する。このため、対地絶縁層4内の亀裂発生や剥離を効果的に防止できると共に、鉄心1と表面コロナ防止層5間の電気的接続をより確実に得る。

【0057】実施の形態9、以下、本発明の実施の形態9による高圧回転電機の固定子について説明する。本実施の形態における応力緩和スペーサは、実施の形態7に示したような導電ゴム24を挿入溝23に配設したものと、導電ゴムを持たずにしてすべてを絶縁性応力緩和スペーサで構成したものとをそれぞれ複数用意しておき、任意にスロット11に挿入して固定子を構成する。即ち、スロット11の長手方向に対して複数の部分に分割したスペーサを構成し、導電作用を有せず樹脂に対して離型作用を有する絶縁性の第1スペーサと、導電作用を有する第2スペーサを製作し、両者の作用を効果的に発揮させる。

【0058】次に作用効果について説明する。本実施の形態では、スロット11の長手方向に挿入する導電ゴム24の数を自由に設定できる。図11に示すような剪断応力の特性から、例えば、熱硬化性樹脂の加熱硬化時や運転の際の起動・停止時に絶縁層に働く剪断応力の大きいスロット11出口付近には、離型しやすい導電ゴム挿入溝23なしのスロットセルを多く挿入すると、離型しやすい。また逆に剪断応力の小さいスロット11中央部には導電ゴム挿入溝23のあるスロットセルを多く挿入することで、鉄心1と表面コロナ防止層5間の電気的接続をより確実に得る。

【0059】実施の形態10、以下、本発明の実施の形態10による高圧回転電機の固定子について説明する。図12は実施の形態10に係り、スロット内部における固定子を示す部分断面図、図13は実施の形態10に係わる応力緩和スペーサを示す斜視図である。図において、24は第2スペーサで、例えば導電性弾性体でこの

13

場合は導電ゴムである。25, 26は第1スペーサで、例えばガラスエポキシ積層板からなる絶縁性材に離型処理を施した応力緩和スペーサである。この離型処理は、例えば固定子コイル側に配設される面にシリコーン樹脂またはフッ素樹脂パウダーの混入した樹脂を塗布したものである。応力緩和スペーサ25は断面がコの字型であり、ウェッジ10ー上口コイル6間におよびスロット11底部一下口コイル7間に挿入され、応力緩和スペーサ26は断面がH字型であり、上口コイル6ー下口コイル7間に挿入される。この応力緩和スペーサ25, 26は、スロット11の長手方向に、スロット11に沿うように一部または全域にわたって設置する。なお、このスペーサ25, 26の角の部分をカーブ状に形成すると、固定子コイル2の角に密着するので、離型の作用が効果的になる。

【0060】次に製造方法について説明する。まず、図13に示すようなコの字型とH字型の応力緩和スペーサ25, 26に離型処理を施す。次にスロット11の底部にコの字型応力緩和スペーサ25、下口コイル7、H字型応力緩和スペーサ26、上口コイル6、コの字型応力緩和スペーサ25の順に挿入する。次にスロット11の長手方向から各応力緩和スペーサ25, 26間に、抵抗率が $10^2 \sim 10^3 \Omega$ 程度の導電ゴム24を挿入する。そして、ウェッジ10をウェッジ溝に打ち込み、固定子コイル2を固定する。最後に複数のスロット11出口部から外部に突き出ている固定子コイル2の接続を行い、これらすべてを含浸槽内に入れて、例えばエポキシ系の熱硬化性樹脂で一体含浸・加熱硬化する。このようにして、いわゆる全含浸方式により、対地絶縁層4と表面コロナ防止層5に耐電圧性能を付与すると共に、優れた熱伝導性を有する固定子コイルを備えた高圧回転電機の固定子を得ることができる。

【0061】次にその作用効果について説明する。本実施の形態では導電ゴム24により、スロット11内部で表面コロナ防止層5と鉄心1間の電気的接続がなされるため、実施の形態1～実施の形態6のようなスロット11出口部での工作が不要になり、工程が簡略化できる。また、機械的に許容歪みの大きな導電ゴム24を使用することで、熱硬化性樹脂の加熱硬化時や運転の際の起動・停止時の応力変化に対応し、鉄心1と表面コロナ防止層5間の電気的接続を保持できる。また、熱硬化性樹脂の加熱硬化時や運転の際の起動・停止時に、応力緩和スペーサ25, 26と表面コロナ防止層5間で剥離させることで、対地絶縁層4内の亀裂発生や剥離を防止できる。

【0062】実施の形態11. 以下、本発明の実施の形態11による高圧回転電機の固定子について説明する。実施の形態10の応力緩和スペーサ25, 26をスロット11の長手方向に対して複数の部分に分割した構成とする。このとき、導電ゴム24の挿入はその各部分を挿

14

入する度ごとに行なう。

【0063】本実施の形態では、実施の形態10の効果に加え、各応力緩和スペーサ25, 26毎に導電ゴム24の挿入を行うため、挿入する導電ゴム24の長さを短くでき、挿入が簡単にできる。

【0064】実施の形態12. 以下、本発明の実施の形態12による高圧回転電機の固定子について説明する。実施の形態10のコの字型応力緩和スペーサ25, H字型の応力緩和スペーサ26を、含浸する熱硬化性樹脂に10対して離型性を有するフッ素樹脂製にした。

【0065】このように構成すれば、表面コロナ防止層5とフッ素樹脂製応力緩和スペーサ間、およびフッ素樹脂製応力緩和スペーサとスロット11間に離型層ができる。このため、より弱い応力で剥離が生じ、対地絶縁層4内の亀裂発生や剥離を防止できる。また、絶縁性材に離型処理する必要がなく、製造工程を省略できる。

【0066】

【発明の効果】以上のように、本発明の第1の構成によれば、鉄心に回転軸方向に伸びるスロットを複数有し、20導体上に対地絶縁層、半導電性の表面コロナ防止層を順に備える固定子コイルをスロットのそれぞれに収納し、樹脂によって一体含浸により構成される回転電機の固定子において、各スロットのスロット壁面とこれに挿入した固定子コイルの間の少なくとも一部に、電気的に絶縁性を有すると共に、樹脂に対して離型性を有する材料よりなる第1スペーサを備えたことにより、熱硬化性樹脂の加熱硬化時や運転の際の起動・停止時に対地絶縁層内の亀裂発生や剥離を防止できる回転電機の固定子を得ることができる。

30 【0067】また、本発明の第2の構成によれば、第1の構成において、第1スペーサを、表面の少なくとも固定子コイル側に離型剤を設けたガラスエポキシ積層板としたことにより、熱硬化性樹脂の加熱硬化時や運転の際の起動・停止時に対地絶縁層内の亀裂発生や剥離を防止できる回転電機の固定子を得ることができる。

【0068】また、本発明の第3の構成によれば、第1の構成において、第1スペーサをフッ素樹脂としたことにより、熱硬化性樹脂の加熱硬化時や運転の際の起動・停止時に対地絶縁層内の亀裂発生や剥離を防止できる回転電機の固定子を得ることができる。

40 【0069】また、本発明の第4の構成によれば、鉄心に回転軸方向に伸びるスロットを複数有し、導体上に対地絶縁層、半導電性の表面コロナ防止層を順に備える固定子コイルをスロットのそれぞれに収納し、樹脂によって一体含浸により構成される回転電機の固定子において、各スロットの固定子コイルと対向するスロット壁面の少なくとも一部に、電気的に絶縁性を有すると共に、樹脂に対して離型性を有する材料よりなる離型層を備えたことにより、熱硬化性樹脂の加熱硬化時や運転の際の起動・停止時に対地絶縁層内の亀裂発生や剥離を防止で

15

きる回転電機の固定子を得ることができる。

【0070】また、本発明の第5の構成によれば、第4の構成において、離型層を、ニダックス処理によりスロット壁面にメッキしたフッ素樹脂の離型層としたことにより、第4の構成による効果に加え、製造工程が簡略化できる回転電機の固定子を得ることができる。

【0071】また、本発明の第6の構成によれば、第1ないし第3のいずれかの構成において、スロット壁面と固定子コイルの間の一部に、電気的に絶縁性を有すると共に、樹脂に対して離型性を有する材料となる第1スペーサを備え、各スロットのスロット壁面とこれに挿入した固定子コイルの間の他部に電気的に導電性を有する第2スペーサを備えたことにより、第1ないし第3のいずれかの構成による効果に加え、簡単な構成で確実に表面コロナの発生を防止できる回転電機の固定子を得ることができる。

【0072】また、本発明の第7の構成によれば、第1ないし第5のいずれかの構成において、スロット出口部で鉄心と表面コロナ防止層を電気的に接続する導電手段を備えたことにより、第1ないし第5のいずれかの構成による効果に加え、確実に表面コロナの発生を防止できる回転電機の固定子を得ることができる。

【0073】また、本発明の第8の構成によれば、第7の構成において、導電手段を、スロットの出口部で鉄心と接触し、スロット外部に伸びた固定子コイルを巻回する導電性弾性体で構成したことにより、確実に表面コロナの発生を防止できる回転電機の固定子を得ることができる。

【0074】また、本発明の第9の構成によれば、第7の構成において、導電手段を、固定子コイルの表面コロナ防止層に巻回した導電部材と、その導電部材を鉄心に接続する樹脂非接着性電線で構成したことにより、確実に表面コロナの発生を防止できる回転電機の固定子を得ることができる。

【0075】また、本発明の第10の構成によれば、第6の構成において、第2スペーサを導電性弾性体で構成したことにより、確実に表面コロナの発生を防止できる回転電機の固定子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

16

【図1】 本発明の実施の形態1による固定子のスロット出口部を示す斜視図である。

【図2】 実施の形態1に係わる導電性弾性体である導電リングを示す斜視図である。

【図3】 実施の形態1に係わり、スロット内部における固定子を示す部分断面図である。

【図4】 本発明の実施の形態3による固定子のスロット出口部を示す斜視図である。

【図5】 実施の形態3に係わり、スロット内部における固定子を示す部分断面図である。

【図6】 本発明の実施の形態5による固定子のスロット出口部を示す斜視図である。

【図7】 実施の形態5に係わる導電性鍔を示す斜視図である。

【図8】 実施の形態5に係わり、スロット内部における固定子を示す部分断面図である。

【図9】 本発明の実施の形態7に係わり、スロット内部における固定子を示す部分断面図である。

【図10】 実施の形態7に係わる絶縁性応力緩和スペーサを示す斜視図である。

【図11】 本発明に係る回転電機のスロットの対地絶縁層に働く剪断応力を示す特性図である。

【図12】 本発明の実施の形態10に係わり、スロット内部における固定子を示す部分断面図である。

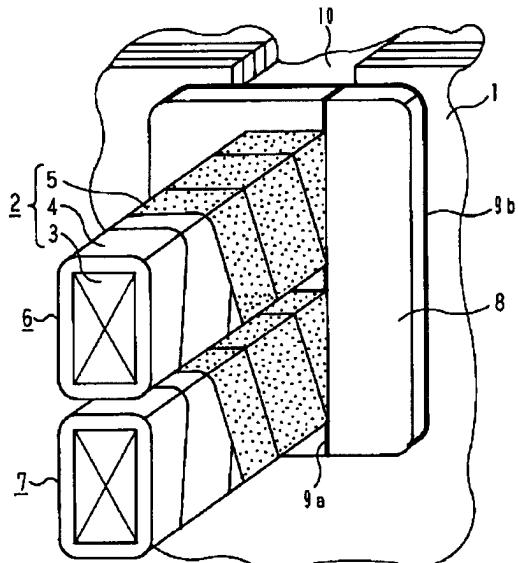
【図13】 実施の形態10に係わる応力緩和スペーサを示す斜視図である。

【図14】 従来の高圧回転電機の固定子の要部を示す部分断面図である。

【符号の説明】

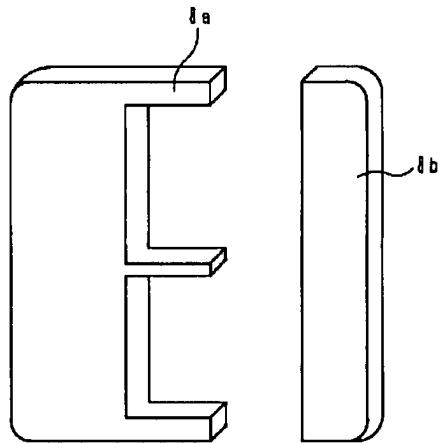
- 30 1 鉄心、2 固定子コイル、3 コイル導体、4 対地絶縁層、5 表面コロナ防止層、6 上口コイル、7 下口コイル、8 導電リング、9a, 9b 接合部、10 ウエッジ、12 離型面、13 応力緩和スペーサ、14 導電性電線、15 樹脂非接着性電線、16 離型層、17 ウエッジ下フィラー、18 中間フィラー、19 下敷板、20 導電性鍔、21a, 21b ボルト孔、22 絶縁性応力緩和スペーサ、24 導電性弾性体。

【図1】

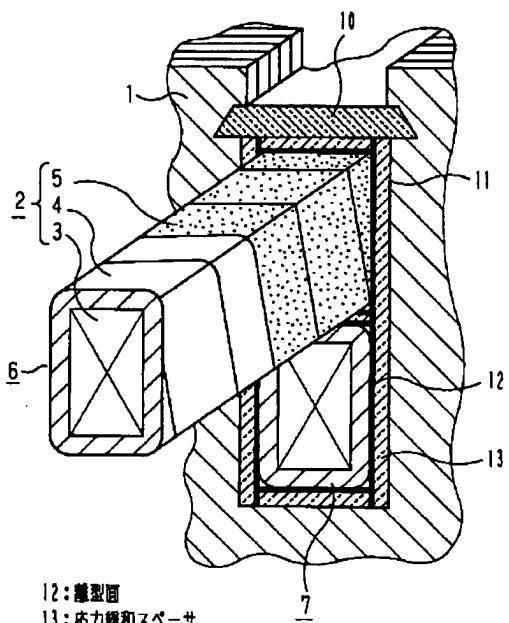


1: 鉄心
2: 固定子コイル
3: コイル導体
4: 対地絶縁層
5: 表面コロナ防止層
6: 上口コイル
7: 下口コイル
8: 導電リング
9a, 9b: 接合部
10: ウエッジ

【図2】

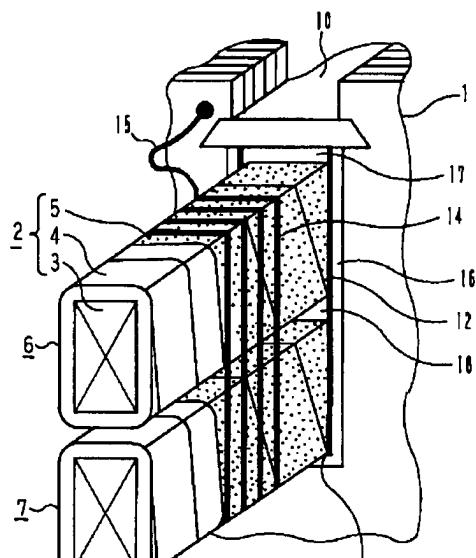


【図3】



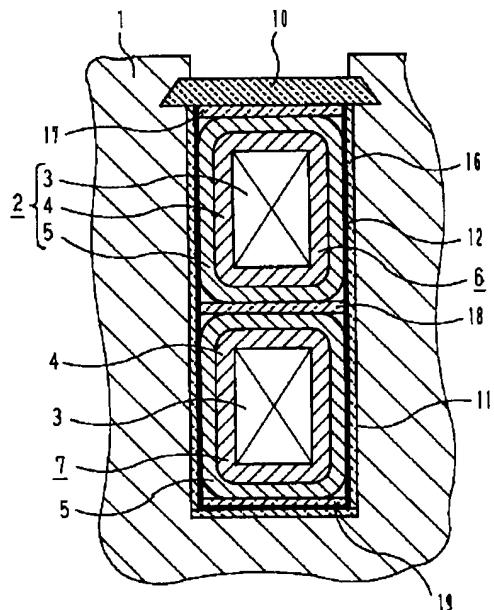
12: 基型回
13: 応力緩和スペーサ

【図4】

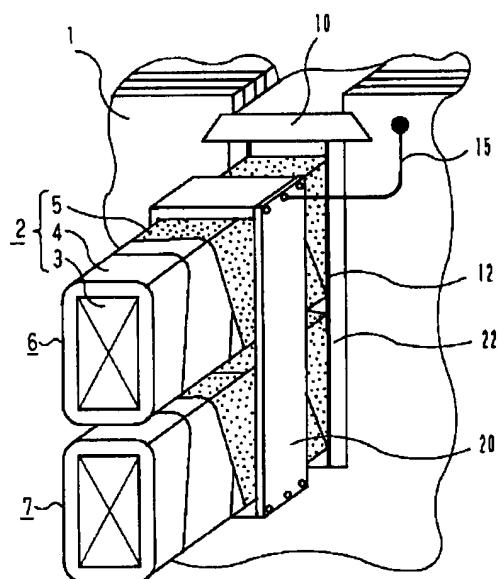


14: 导電性電線
15: 鋼筋非接着性電線
16: 基型層
17: ウエッジ下フィラー
18: 中間フィラー
19: 下底板

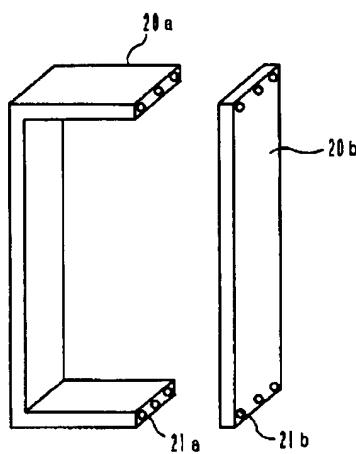
【図5】



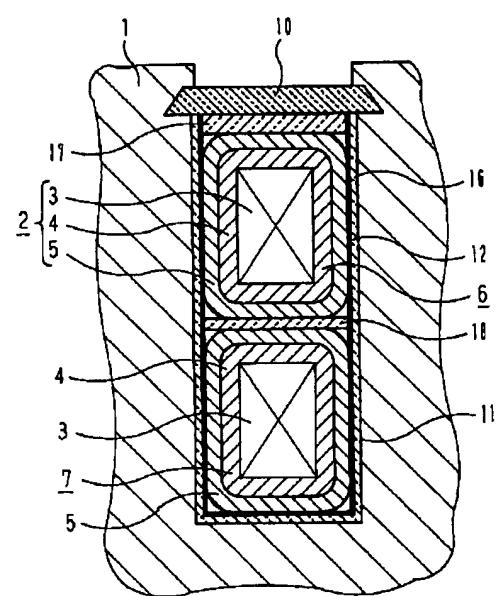
【図6】



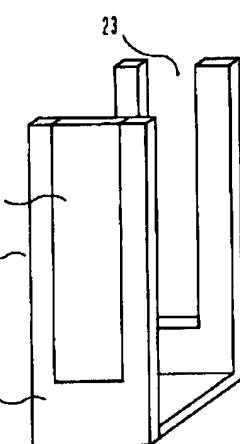
【図7】



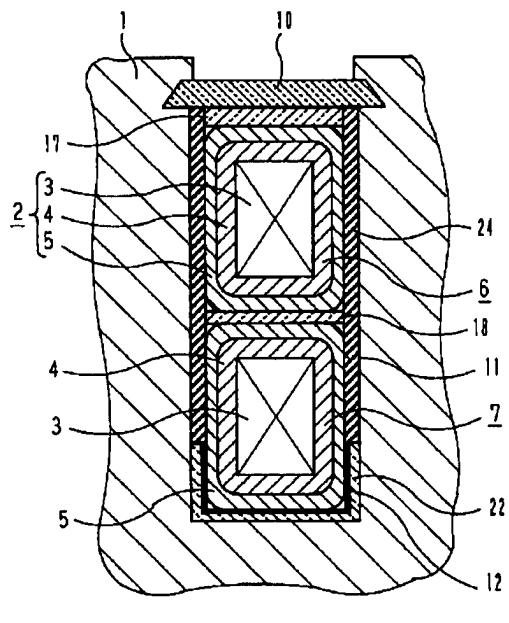
【図8】



【図10】

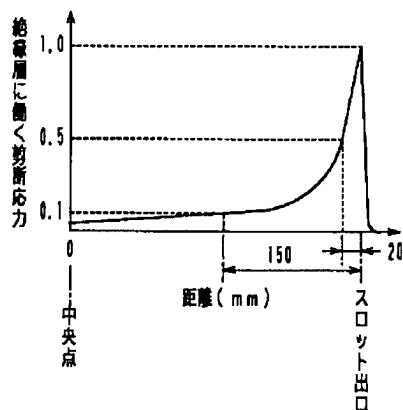


【図9】

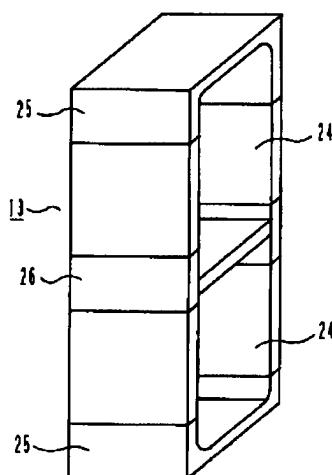


24:導電性弾性体

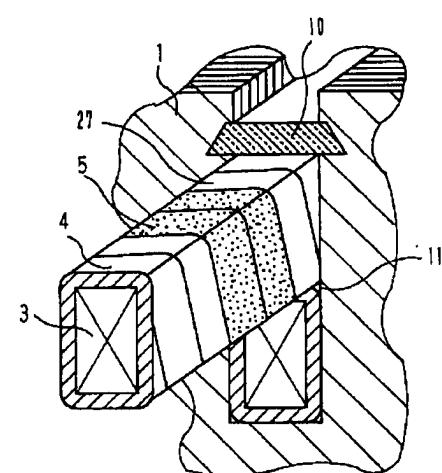
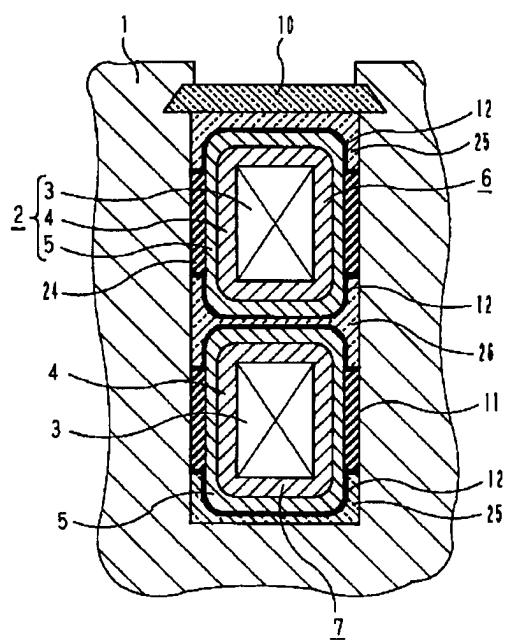
【図11】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 築地 真
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 高田 志郎
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内